

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-97783

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	B
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	M

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-251553

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 吉田 和由

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

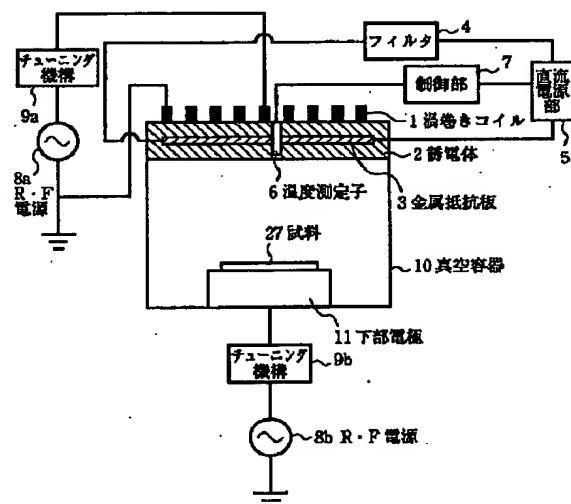
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ処理装置において、誘電体2へのデポジションを抑制しパーティクルの問題を軽減し、さらに誘電体2の温度を制御しエッチングの安定性を図る。

【解決手段】 誘電体2中に電磁波透過・温度昇温部材である金属抵抗板3を埋め込み、金属抵抗板3に直流電流を流す直流電源部5と、供給される電流を制御し誘電体2の温度を制御する制御部7とを設け、金属抵抗板3はプラズマ中の容量結合成分を低下させるとともに誘電体2の昇温作用させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上部に誘電体を有し他の部分が電氣的に接地された真空反応容器と、この真空反応容器外で前記誘電体の上面に近接して配置される平面状のコイルと、第1のチューニング機構を介して前記コイルに高周波電流を流すための第1の高周波電源と、前記真空容器内に複数のプロセスガスを導入する手段と、該プロセスガスの圧力を制御する手段と、前記真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極と、この下部電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する第2の高周波電源と、前記誘電体中に埋め込まれ電磁波透過機能を有する金属板を含むとともに該誘電体の温度を昇温する機能をもつ電磁波透過・温度昇温部材と、この電磁波透過・温度昇温部材に電磁波を遮断するためのフィルタを介して直流電流を流す直流電源と、前記誘電体の温度を測定する温度測定機構と、この温度測定機構による前記誘電体の温度によって前記直流電源の電流を制御する制御部とを備えることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記電磁波透過・温度昇温部材が一枚の金属抵抗板であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記電磁波透過・温度昇温部材が電磁波透過機能をもつ金属板と板状のヒータ板とに分離されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記金属抵抗板または前記金属板に電磁波が透過する複数のスリットが形成されていることを特徴とする請求項2または請求項3のプラズマ処理装置。

【請求項5】 前記金属抵抗板または前記金属板は、電磁波が透過する厚さをもつことを特徴とする請求項2または請求項3記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置の製造に使用するプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化に伴いウェハに対して異方性エッチングを行うことのできるドライエッチング装置の一つとしてプラズマ処理装置が広く使用されている。このプラズマを用いたドライエッチング装置は、反応容器内のプラズマ中で生成される中性ラジカルとイオンとの相互作用によりエッチングを行っている。プラズマ中のイオンは、電界の作用によりウェハに直接入射するが中性ガス分子との衝突により散乱し運動方向が変化してしまう。このためウェハに対し垂直に入射できず、サイドエッチングが生じマスクとの寸法変換差が生じる。

【0003】そこで、反応容器の圧力を下げることにより中性分子数を減少させイオンと中性ガス分子との衝突を軽減することが考えられるが、この場合生成されるブ

ラズマ自体の密度も低下するため、エッチング速度の低下、下地との選択性が問題となる。このため、高密度プラズマ源を用いて、低圧領域において十分な密度のプラズマを生成できるプラズマ処理装置が提案されている。

【0004】そのようなプラズマ処理装置の一例として特開平6-232081号公報に開示されている。図8は従来のプラズマ処理装置の一例における概略を示す模式断面図である。このプラズマ処理装置は、図8に示すように、下部電極26に載置される試料27を収納し減圧される導電性の真空容器21と、この真空容器21の一部を構成し真空容器21内に電磁波を導入する誘電体22と、誘電体22の外側に配設されて高周波電流を流すことにより誘導電界を発生させるアンテナ23とを備えていた。そして、アンテナ23により発生させた誘導電界を誘電体22を介して真空容器21内に導入しプラズマを生成し試料27の処理の行っていた。

【0005】このような誘導結合型プラズマ源を用いたプラズマ処理装置では、アンテナ23が誘導電界発生源としてだけでなく電極として作用し、アンテナ23と真空容器21内のプラズマが直接結合しプラズマ中に容量結合成分が存在する。この結果、誘導電界だけによって生成されたプラズマに比べ真空容器21内の誘電体22表面のプラズマ電位に対する負の電位が増加する。それ故、プラズマ中のイオンを引きつけて誘電体22の真空容器21側の面がスパッタされ誘電体22を分解し、プラズマ中に不純物を混入させる恐れがある。

【0006】これを解消するため、このプラズマ処理装置では、アンテナ23と誘電体22の間に、電磁波（誘導電界）の透過機能を備えた導電体25を設け、かつ導電体25を真空容器21に電氣的に接続することによりアンテナ23とプラズマとの直接的な結合を防止し、プラズマ中の容量結合成分を減少させ誘電体22のスパッタリングによるプラズマへの不純物の混入を防ぐことを特徴としていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のプラズマ処理装置では、アンテナと誘電体の間に電磁波の透過機能を備えた導電体を設け、かつ導電体を真空容器に電氣的に接続することにより誘電体のスパッタリングによる不純物汚染を防止しているものの、エッチングを行った場合に生じる反応生成物がデポジション膜として誘電体の内面に付着する。そして、この付着したデポジション膜がやがては剥離しパーティクルの発生源となる問題がある。

【0008】また、連続処理の行った場合、エッチング形状が変化し安定性に問題が生じることが懸念される。この原因はエッチング処理時間、枚数の増加とともに誘電体の温度が上昇していき、誘電体へのデポジション膜の付着量が減少するものの、被エッチング物であるウェハ上へのデポジション膜の付着量が増加し、エッチング

形状が変化するためである。

【0009】従って、本発明の目的は、誘電体へのデポジションを抑制しパーティクルの問題を軽減し、さらに安定したエッチングができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴は、上部に誘電体を有し他の部分が電氣的に接地された真空反応容器と、この真空反応容器外で前記誘電体の上面に近接して配置される平面状のコイルと、第1のチューニング機構を介して前記コイルに高周波電流を流すための第1の高周波電源と、前記真空容器内に複数のプロセスガスを導入する手段と、該プロセスガスの圧力を制御する手段と、前記真空反応容器内の下部に位置し試料が載置される下部電極と、この下部電極にチューニング機構を介して高周波電圧を印加する第2の高周波電源と、前記誘電体中に埋め込まれ電磁波透過機能を有する金属板を含むとともに該誘電体の温度を昇温する機能をもつ電磁波透過・温度昇温部材と、この電磁波透過・温度昇温部材に電磁波を遮断するためのフィルタを介して直流電流を流す直流電源と、前記誘電体の温度を測定する温度測定機構と、この温度測定機構による前記誘電体の温度によって前記直流電源の電流を制御する制御部とを備えるプラズマ処理装置である。

【0011】また、前記電磁波透過・温度昇温部材が一枚の金属抵抗板であるか、あるいは電磁波透過機能をもつ金属板と板状のヒータ板とに分離されていることである。さらに、前記金属抵抗板または前記金属板に電磁波が透過する複数のスリットが形成されているか、または電磁波が透過する厚さをもつことである。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0013】図1は本発明の一実施の形態を示すプラズマ処理装置の模式断面図である。このプラズマ処理装置は、図1に示すように、真空容器10の一部を形成する平板状の誘電体2に埋設される電磁波透過・温度昇温部材である金属抵抗板3と、高周波遮断用のフィルタ4を介して金属抵抗板3に直流電流を供給する直流電源部5と、誘電体2の温度を測定する温度測定子6と、温度測定子6の温度により直流電源部5の供給する電流を制御する制御部7と、真空容器10外上部に配置されるとともにチューニング機構9aを介して高周波電源であるR・F電源8aから高周波電流が供給される平面状の渦巻きコイル1とを設けている。

【0014】また、試料27を載置する下部電極11および下部電極11にチューニング機構9bを介して高周波電流を流すR・F電源8bと、図面には示していないが、プロセスガスを導入するプロセスガス導入口と導入されたプロセスガスの圧力を制御する排気装置が従来と

同様に備えられている。

【0015】ここで、周知のように、渦巻きコイル3に高周波電流を流すことにより誘電体2を介して真空容器1内に誘導電場を発生させプラズマを生成する。この際、渦巻きコイル3が電極としても作用し渦巻きコイル1とプラズマが直列接合するため、プラズマ中に容量結合成分が存在する。この容量結合成分の減少させるために誘電体2中に金属抵抗板3を配置している。この金属抵抗板3は後述する電磁波透過機能を有している。この電磁波透過機能がない場合、渦巻きコイル1に高周波電流を流すことによって真空容器10中に生成される誘導電場が遮断されプラズマが生成されない。

【0016】図2は図1の金属抵抗板の平面図である。この電磁波透過機能をもつ金属抵抗板の具体的な例は、図2に示すように、図1の渦巻きコイル1中に流れる高周波電流と直角方向のスリット14を金属抵抗板3に適宜数形成することである。さらに、誘電体2中に埋設された金属抵抗板3には、直流電源部5からの直流電流の高周波成分を遮断するためのフィルタ4が接続されている。勿論、これらの接続線にはRFシールドが施してある。

【0017】また、この金属抵抗板3に直流電流を流すことにより金属抵抗板3は抵抗体として作用し誘電体2の温度を上昇させる温度昇温部材である。さらに、誘電体2の温度を測定する温度測定子6として、例えば、蛍光温度計を埋設し、誘電体2の温度を測定する。そして、この温度から金属抵抗板3に流れる電流を制御部7で制御し誘電体2の温度を制御する。すなわち、この誘電体2のヒートアップおよび温度制御により誘電体2へのエッチングにより生じた反応生成物の付着量を減少させるとともに付着確率の変化も生じないことが可能となる。その結果、付着量の減少によりパーティクルの問題が軽減され、付着確率の安定化によりエッチングの安定性が改善される。

【0018】図3は温度昇温機構のないときにおけるウェハの処理数による誘電体の温度を示すグラフである。例えば、真空容器10が温度60℃で、試料27の載置される下部電極11の温度20℃で制御されている状態で、誘電体2がヒートアップされていない場合は、エッチング処理前の初期の誘電体2の温度は40℃である。この状態でエッチング処理を行うと、エッチング反応生成物の付着確率は試料、誘電体プレート、真空容器の順で小さくなる。さらに、エッチング処理を連続して行っていくと誘電体2の温度は上昇し、図3に示すように、ウェハ1枚当たりのエッチング時間90秒で30枚エッチング処理後の誘電体プレート2の温度は150℃にまで上昇する。

【0019】図4は温度昇温機構がないときにおけるウェハの処理数によるポリシコン層のエッチングによるテーパ角の変化を示すグラフである。このように処理数に

10

20

30

40

50

伴なって誘電体の温度が上昇すると、反応生成物の付着確率は試料、真空容器、誘電体プレートの順となり、初めに誘電体2に付着していた付着物まで試料に付着することになり、試料での付着量が増加する。このような状態で連続エッチング処理を行った、エッチング形状のテーパ角は、図4に示すように、テーパ角が徐々に小さくなりエッチング安定性の問題が生じる。

【0020】図5は温度昇温機構があるときのウェハの処理数によるポリシコン層のエッチングによるテーパ角の変化を示すグラフである。そこで、上述した誘電体2の温度昇温機構により初期状態から誘電体2の温度を例えば150℃と一定温度となるように制御し、ウェハのエッチング処理を連続的に行なっても、図5に示すように、エッチング形状のテーパ角は常に90度で変化せず、エッチング安定性の問題は生じない。

【0021】試みに誘電体2をヒートアップしないで、1000枚程度の枚数を処理すると、大きさ0.2μm以上のパーティクルが100個以上となった。このことは歩留まりを低下させる要因となる。また、ポリシリコン膜の30枚程度の連続エッチング処理を行うと、0.25μmのPR寸法幅に対しエッチング後の寸法変化差は±10%以上となった。このことはデバイスの特性に深刻な影響を及ぼすと考えられる。

【0022】一方、誘電体2をヒートアップし温度制御することにより、大きさ0.2μm以上のパーティクルは1000枚処理しても20個程度であり、ウェットクリーニングサイクルを2000枚以上にできる。また、連続処理を行った場合の寸法交換差についても±10%以内にすることができた。

【0023】図6は図1の金属抵抗板の変形例を示す平面図である。これまで述べてきた実施の形態では、金属抵抗板3の電磁波透過機能は放射状のスリット12を設けることにより行っていたが、他の実施の形態例としては、図6に示すように同心円状にスリット13を設けることでも対応できる。また、金属抵抗板3を薄肉化することによっても電磁波透過機能を果たすことは可能である。

【0024】図7は本発明の他の実施の形態を示すプラズマ処理装置の模式断面図である。前述の一実施の形態では、図1の金属抵抗板3がプラズマ中の容量結合成分の低下とヒータとしての2つの役割の果たしていたが、このプラズマ処理装置は、図7に示すように、容量結合成分の低下を図り電磁波透過機能をもつ金属板1aと誘電体2を昇温させる温度昇温部材であるヒータ1bをそれぞれ分離して誘電体2に埋め込んだことである。それ以外は前述の実施の形態と同じである。

【0025】金属板1aは電磁波を透過させるために図2あるいは図6に示すようなスリット12あるいは13を有し、真空容器10に電気的に接続しており電気的にはグラウンドである。ヒータ1bは金属板1aと同一形状

をしており、高周波をカットするフィルタ4を通し直流電源部5に接続している。勿論、接続線およびヒータ1bへの接続線はRFシールドしてある。また、ヒータ1bに流れる電流を誘電体2の温度によりオンオフする制御部7も有している。

【0026】このような構成とすることでもプラズマ中の容量結合成分を減少させ、同時に誘電体2の温度も制御可能である。したがって、パーティクルおよびエッチング安定性の問題が軽減される。なお、この実施の形態におけるプラズマ処理装置は、誘電体の温度を制御する板状のヒータと容量結合成分の低下を図る金属板とを分離することによって、前述のプラズマ処理装置の一体化した金属抵抗板に比べヒータ材料の選択度の自由度があり、極めて容易に実施できるという利点がある。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、平面状のコイルに高周波電流を流し電磁誘導によって発生した誘導電界を誘電体を介して真空容器内に導入することによって真空容器内にプラズマを生成するプラズマ処理装置において、誘電体を昇温し得る温度昇温部材とプラズマ中の容量結合成分を減少させ電磁波透過機能をもつ部材とを誘電体に埋め込み、誘電体の温度を適宜制御するとともにコイルとプラズマとの直接的な結合を防ぐことによって、誘電体からのスパッタリングも無くなると同時にエッチングにより生じた反応生成物等の誘電体へのスパッタリングを減少させ不純物汚染パーティクルの問題を解決できるという効果が得られる。

【0028】また、誘電体を一定温度とすることにより、反応生成物の誘電体への付着確率は変化せず、これにより試料におけるデポジション膜厚も変化しなくなり、常に安定したエッチングができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示すプラズマ処理装置の模式断面図である。

【図2】図1の金属抵抗板の平面図である。

【図3】温度昇温機構のないときにおけるウェハの処理数による誘電体の温度を示すグラフである。

【図4】温度昇温機構がないときにおけるウェハの処理数によるポリシコン層のエッチングによるテーパ角の変化を示すグラフである。

【図5】温度昇温機構があるときのウェハの処理数によるポリシコン層のエッチングによるテーパ角の変化を示すグラフである。

【図6】図1の金属抵抗板の変形例を示す平面図である。

【図7】本発明の他の実施の形態を示すプラズマ処理装置の模式断面図である。

【図8】従来のプラズマ処理装置の一例における概略を示す模式断面図である。

10

20

30

40

50

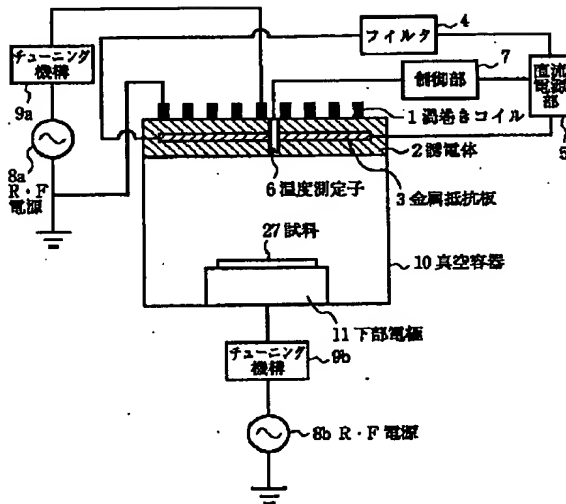
【符号の説明】

- 1 渦巻きコイル
 1 a 金属板
 1 b ヒータ
 2, 22 誘電体
 3 金属抵抗板
 4 フィルタ
 5 直流電源
 6 温度測定子

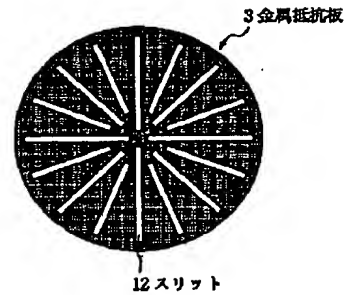
* 7 制御部

- 8 a, 8 b R・F 電源
 9 a, 9 b チューニング機構
 10, 21 真空容器
 11, 26 下部電極
 12, 13 スリット
 23 アンテナ
 25 導電体
 * 27 試料

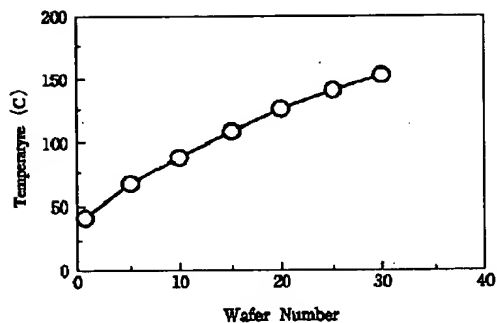
【図1】



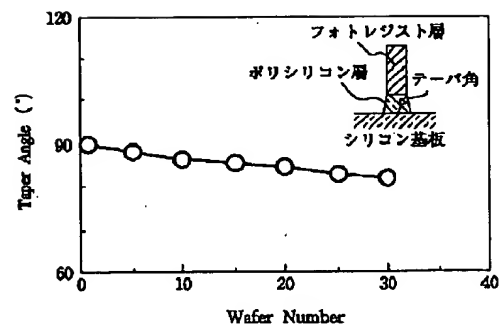
【図2】



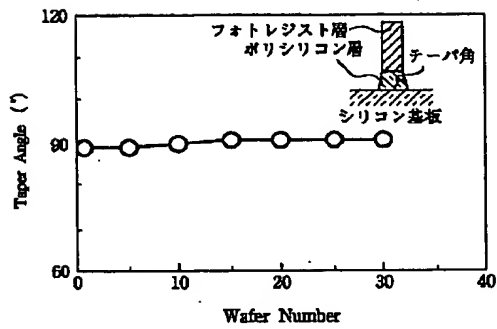
【図3】



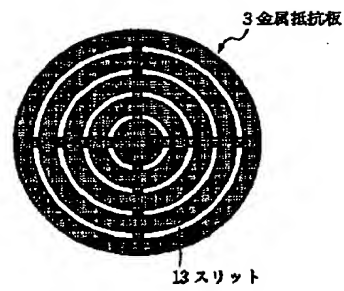
【図4】



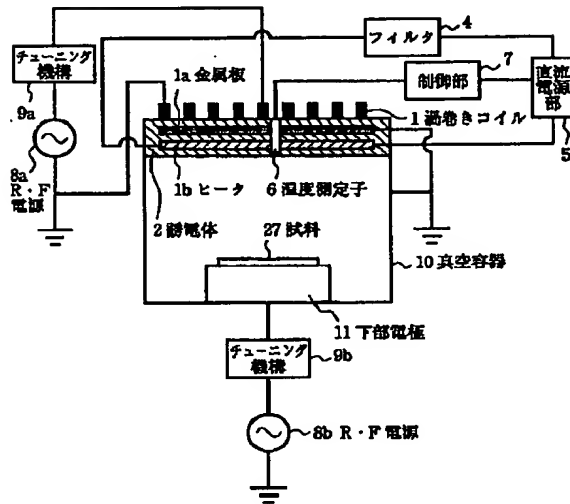
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

